

*intervening of appears relevant*

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-195533

(43)Date of publication of application : 14.07.2000

(51)Int.Cl.

H01M 8/04  
B60L 11/18

(21)Application number : 10-372101

(71)Applicant : NIPPON SOKEN INC  
TOYOTA MOTOR CORP

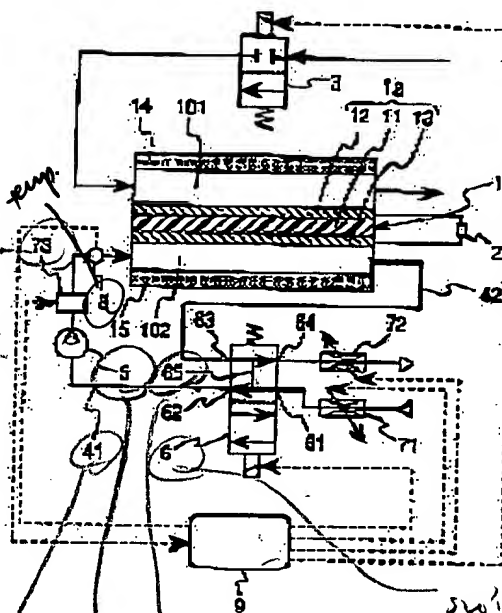
(22)Date of filing : 28.12.1998

(72)Inventor : YAMADA TOMOJI  
INAGAKI MITSUO  
ARAKI YASUSHI

## (54) WARMING-UP SYSTEM OF FUEL CELL

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To exert sufficient warming performance in a warming-up system of a fuel cell.  
**SOLUTION:** This warming-up system is provided with an air pump 5 that compresses the air from an intake passage 41 into which an new air is sucked and feeds it to a fuel cell 1, a circulating passage 65 that branches from an exhaust passage 42 for releasing the air exhausted from the fuel cell 1 to join to the intake passage 41, and thus circulates the air from the fuel cell 1 to the air pump 5, and a switching valve 6 for switching the opening of the circulating passage 65; and is so structured that the circulating passage 65 is opened by controlling the switch valve 6 with a control means 9 before feeding the fuel and the air, the air pump 5 is set to work and thereby, the fuel cell 1 is warmed by the circulated air that is compressed and heated when flowing through the circulating passage 65 and passing the air pump 5.



*switch valve*

*intake pump* *circulating passage*

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

## (書誌+要約+請求の範囲)

(19)【発行国】日本国特許庁(JP)  
 (12)【公報種別】公開特許公報(A)  
 (11)【公開番号】特開2000-195533(P2000-195533A)  
 (43)【公開日】平成12年7月14日(2000. 7. 14)  
 (54)【発明の名称】燃料電池の暖機システム  
 (51)【国際特許分類第7版】

H01M 8/04  
 B60L 11/18

## 【FI】

H01M 8/04 X  
 B60L 11/18 G

【審査請求】未請求

【請求項の数】4

【出願形態】OL

【全頁数】6

(21)【出願番号】特願平10-372101

(22)【出願日】平成10年12月28日(1998. 12. 28)

(71)【出願人】

【識別番号】000004695

【氏名又は名称】株式会社日本自動車部品総合研究所

【住所又は居所】愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(71)【出願人】

【識別番号】000003207

【氏名又は名称】トヨタ自動車株式会社

【住所又は居所】愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)【発明者】

【氏名】山田 知司

【住所又は居所】愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

(72)【発明者】

【氏名】稲垣 光夫

【住所又は居所】愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

(72)【発明者】

【氏名】荒木 康

【住所又は居所】愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)【代理人】

【識別番号】100067596

【弁理士】

【氏名又は名称】伊藤 求馬

【テーマコード(参考)】

SH027  
 SH115

## 【Fターム(参考)】

SH027 AA06 BC19 KK46 MM03 MM04  
 SH115 PA11 PG04 PI18

**(57)【要約】**

【課題】燃料電池の暖機システムにおいて十分な暖機性能を発揮することである。

【解決手段】暖機システムには、新気が吸入される吸気流路41からの空気を圧縮し燃料電池1に供給するエアポンプ5と、燃料電池1から排出される空気を外部に放出する排気流路42から分岐して吸気流路41に合流し燃料電池1からの空気をエアポンプ5に還流せしめる還流路65と、還流路65の開度を切り換える切り換え弁6とを具備せしめ、制御手段9により、燃料および空気の供給に先立ち切り換え弁6を制御して還流路65を開くとともにエアポンプ5を作動するように設定し、還流路65を流通しエアポンプ5通過時に圧縮昇温する循環空気により燃料電池1を暖機せしめる構成とする。

---

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】新気が吸入される吸気流路からの空気を圧縮し燃料電池に供給するエアポンプと、燃料電池から排出される空気を外部に放出する排気流路から分岐して上記吸気流路に合流し燃料電池からの排出空気をエアポンプに還流せしめる還流路と、還流路の開度を切り換える還流路開度切り換え手段と、燃料および空気の供給を制御する制御手段とを具備し、上記制御手段は、燃料電池への燃料の供給に先立ち還流路開度切り換え手段を制御して還流路を開くとともにエアポンプを作動するように設定し、還流路を流通しエアポンプ通過時に昇温する循環空気により燃料電池を暖機することを特徴とする燃料電池の暖機システム。

【請求項2】請求項1記載の燃料電池の暖機システムにおいて、上記吸気流路の上記還流路との分岐部よりも上流部に、吸気流路の開度を切り換える吸気流路開度切り換え手段を設け、上記排気流路の上記還流路との分岐部よりも下流部に、排気流路の開度を切り換える排気流路開度切り換え手段を設け、上記制御手段は、燃料電池への燃料の供給に先立ち、吸気流路開度切り換え手段および排気流路開度切り換え手段を制御して、吸気流路および排気流路を閉じるように設定した燃料電池の暖機システム。

【請求項3】請求項1または2いずれか記載の燃料電池の暖機システムにおいて、上記燃料電池の温度を検出する温度センサを具備せしめ、上記制御手段は、検出温度が予め設定した発電開始基準温度を越えると燃料の供給を開始するように設定した燃料電池の暖機システム。

【請求項4】請求項3記載の燃料電池の暖機システムにおいて、上記制御手段を、発電作動中に検出温度が予め設定した定常時基準温度となるように上記還流路の開度を切り換えるように設定した燃料電池の暖機システム。

## 詳細な説明

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は燃料電池の暖機システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、環境、特に大気に対する配慮から自動車の分野においては電気自動車が目されており、電源として蓄電池を搭載した電気自動車にあっては既に実用化の段階に入っている。しかし、蓄電池式電気自動車は、蓄電能力との関係で走行距離が比較的短く、また充電時間が長い等の解決に困難な問題を有しているため、これを解消し得る電気自動車として、蓄電池に代えて、水素等の燃料と酸素等の酸化性ガスとの電気化学的酸化還元反応により発電する燃料電池を搭載した燃料電池式電気自動車の実用化が待たれている。

【0003】燃料電池は、温度が低いと電気化学的酸化還元反応が効率よく行われず十分に発電されず、また、エネルギー変換効率すなわち発電効率が高いことから発電ロスによる発熱が少ないために自己で暖機する能力が小さいという特性を有する。かかる特性のため、燃料電池の起動時、特に冷機状態においては、燃料電池の温度が低いために燃料と酸素の反応が活発に行われず、未燃の水素が排出されてしまったり、始動直後に十分な車両の動力を得るのが困難であるという問題があった。

【0004】特開平7-94202号公報には、燃料電池の冷却系の、冷却水が貯められる貯水タンク内に電気ヒータを設け、これに蓄電池または燃料電池から電気ヒータに通電することで冷却水を加熱し、燃料電池の暖機を行うようにした燃料電池の暖機システムが提案されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平7-94202号公報記載の暖機システムでは、熱を輸送する作動流体として冷却水を用いるため、次の問題がある。すなわち、冷却系を循環する冷却水は、必要な冷却能力を確保するには大きな熱容量が必要であり、また、上記貯水タンクには多量の冷却水が貯められる。このため、膨大なヒータ電力を消費することになる上、ヒータ能力の大きなものを用いないと、暖機に時間がかかったり、外気温が低いときに十分に暖機できない。

【0006】本発明は上記実情に鑑みなされたもので、十分な暖機性能を発揮し、しかも電力消費の少ない燃料電池暖機システムを提案することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、暖機システムは、新気が吸入される吸気流路からの空気を圧縮し燃料電池に供給するエアポンプと、燃料電池から排出される空気を外部に放出する排気流路から分岐して上記吸気流路に合流し燃料電池からの排出空気をエアポンプに還流せしめる還流路と、還流路の開度を切り換える還流路開度切り換え手段と、燃料および空気の供給を制御する制御手段とを具備せしめる。上記制御手段は、燃料電池への燃料の供給に先立ち還流路開度切り換え手段を制御して還流路を開くとともにエアポンプを作動するように設定し、還流路を流通しエアポンプ通過時に圧縮昇温する循環空気により燃料電池を暖機する。

【0008】還流路により形成される循環路を流通する空気の全熱容量は、燃料電池の冷却水よりもはるかに小さい。しかして本発明では、電気ヒータ等に膨大な電力を投入することなく、燃料電池の暖機に供される空気は速やかに昇温し、燃料電池において効率よく熱交換がなされ十分に燃料電池の暖機を行うことができる。

【0009】請求項2記載の発明では、吸気流路の上記還流路との分岐部よりも上流部に、吸気流路の開度を切り換える吸気流路開度切り換え手段を設け、排気流路の上記還流路との分岐部よりも下流部に、排気流路の開度を切り換える排気流路開度切り換え手段を設け、上記制御手段は、燃料電池への燃料の供給に先立ち、吸気流路開度切り換え手段および排気流路開度切り換え手段を制御して、吸気流路および排気流路を閉じるように設定する。

【0010】発電作動前の暖機において吸気流路および排気流路を閉じるようにすることで、循環空気のみが燃料電池に暖機用として供給され、さらに効率よく燃料電池を暖機できる。

【0011】請求項3記載の発明では、上記燃料電池の温度を検出する温度センサを具備せしめ、上記制御手段は、検出温度が予め設定した発電開始基準温度を越えると燃料電池への燃料の供給を開始するように設定する。

【0012】検出温度から燃料電池の暖機が十分になされたか否かを判断でき、暖機が十分になされ次第、速やかに発電作動に移行することができる。

【0013】請求項4記載の発明では、上記制御手段を、発電作動中に検出温度が予め設定した定常時基準温度となるように上記還流路の開度を切り換えるように設定する。

【0014】還流路開度の切り換えにより、新気よりも温度の高い燃料電池からの排出空気の燃料電池への還流量が調整されて、外気温が低く発電作動中に燃料電池温度が下がるような場合でも燃料電池温度を維持することができ、発電効率の低下を防止することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】(第1実施形態)図1に本発明の燃料電池の暖機システムの第1実施形態を示す。燃料電池1のセル1aは電解質板11の一方の面に燃料極12を、他方の面に空気極13を密着せしめてなり、このセル1aをカーボン等を板状に成形したセパレータ14、15が挟持している。セパレータ14、15の燃料極12または空気極13側の面に形成した凹部により、燃料極12側のセパレータ14と燃料極12とを室壁面として燃料室101が形成され、空気極13側のセパレータ15と空気極13を室壁面とする空気室102が形成されている。

【0016】燃料室101には切り換えバルブ3を介して燃料である水素が導入され、空気室102にはエアポンプ5から空気が導入される。エアポンプ5には、新気が吸入される吸気流路41からの空気が取り入れられる。エアポンプ5には、燃料電池への空気供給用として一般的な無潤滑式の電動ポンプが用いられ、取り入れた空気を圧縮、吐出してオイル等の異物を含まないクリーンな状態で燃料電池1内に供給する。そして燃料極12、空気極13のそれぞれにおける水素および空気中の酸素の電気化学的酸化還元反応により燃料極12と空気極13間に電圧が発生し、負荷2に給電するようになっている。また空気室102には排気流路42が接続され、上記電気化学的酸化還元反応の生成ガスを外部に放出するようになっている。

【0017】暖機システムは上記エアポンプ5や吸気流路41等の基本的な燃料電池1の付設物を含み構成される。吸気流路41および排気流路42の途中には切り換え弁6が設けてある。この空気用の切り換え弁6は、吸気流路41の上流部および下流部のそれぞれと連通する2つの吸気流路用ポート61、62と、排気流路42の上流部および下流部のそれぞれと連通する2つの排気流路用ポート63、64とを有し、暖機状態と通常状態との2つの状態に切り換え可能としてある。この切り換え弁6の切り換え状態を説明すると、両状態いずれにおいても、吸気流路41の上流部と下流部とが連通し、かつ排気流路42の上流部と下流部とが連通するようになっている。かつ、暖機状態(図の状態)では、切り換え弁6内部に形成した還流路65により吸気流路41と排気流路42とが連通し、通常状態では吸気流路41と排気流路42とは遮断する。すなわち、切り換え弁6は、吸気流路41と排気流路42とを接続する還流路65を開閉するものである。

【0018】吸気流路41には、空気用の切り換え弁6の上流に絞り弁71が設けてあり、吸気流路41の開度を調整可能としてある。また、排気流路42には、切り換え弁6の下流に絞り弁72が設けてあり、排気流路42の開度を調整可能としてある。

【0019】エアポンプ5、切り換え弁3、6、絞り弁71、72の制御を行う制御装置9が設けられ、燃料電池1の起動および停止、燃料電池1の暖機を行うようになっている。制御装置9はマイクロコンピュータ等で構成される。

【0020】また、吸気流路41の最下流部である燃料電池1の空気室102の入り口付近には温度センサ8が設けてあり、空気室102に流入する空気の温度を検出し、検出信号が制御装置9に入力するようになっている。温度センサ8による検出温度は燃料電池1の空気室102入り口付近の温度であるが、電解質板11、燃料極12、空気極13は、これらを機械的に挟持するセパレータ14、15に比してはるかに薄いので、熱容量が小さく空気極13の熱伝導もよく、検出温度はセパレータ14、15に温度センサを設けた場合に比して、応答性よくセル1aの温度に追随する。このように吸気流路41の最下流部に設けた温度センサ8により実質的にセル1aの温度を検出できる。エアポンプ5と温度センサ8との間には、このポンプ5から吐出される空気を加湿する加湿器73が配置されている。この加湿器73は制御装置9により制御され、ポンプ5から吐出された空気の温度が所定値(低温起動時ではなくなったとき)に到達したときに制御装置9からの信号により予め定められた量の水が加湿器73から空気に供給される。これにより、ポンプ5から吐出された空気が加湿される。空気を加湿する理由としては、燃料電池1のセル1aは例えばイオン導電性の高分子膜で構成されており、この高分子膜中に水分が含まれていないと、高分子膜がイオン導電体として機能しないためである。なお、ポンプ5から吐出された空気の温度が所定値を下回るときには加湿器73からの水の供給を行わないのは、空気の温度が下がり、暖機促進効果が低下するのを抑制するためである。

【0021】図2に本暖機システムの起動から発電までのシステム各部の作動を示すタイムチャートを示す。(A)は温度センサ8の検出温度であり、(B)は絞り弁71、72の開度であり、(C)はエアポ

ンプ5から吐出され燃料電池1に供給される空気量であり、(D)は燃料電池1に供給される水素量である。これと上記図1により、制御装置9において実行される制御手順とともに本暖機システムの作動を説明する。制御装置9は、燃料電池1の起動時には、燃料用の切り換え弁3を「開」にする前に、すなわち燃料電池1に水素の供給を開始するに先立ち、「閉」とした状態(図1の状態)において次のように燃料電池1の暖機を行う。まず、両絞り弁71、72を全閉とし、空気用の切り換え弁6を、吸気流路41と排気流路42とが還流路65を介して接続される図1の状態に設定する。そして、この状態でエアポンプ5を起動する。エアポンプ5から吐出された空気は燃料電池1～排気流路42の上流部～切り換え弁6～吸気流路41の下流部に到りエアポンプ5に戻る循環路を循環する。なお、エアポンプ5への駆動電圧は理論効率が最高となる回転域で作動するように設定して最大量の空気が燃料電池1の空気室102内を流通するようにする。

【0022】エアポンプ5は作動時に圧縮損失および機械損失により熱を発生し、特に無潤滑式のものでは相当量の熱を発生する。しかしてエアポンプ5通過時に空気は昇温し、次いで燃料電池1のセル1aに空気極13にて放熱する。ここで、空気室102には上記のごとく最大量の空気が流通するから、空気室102内における空気の流速はきわめて速く空気とセル1aの間の熱交換は効率よく行われる。そして、空気が流通する上記循環路は閉じたループを形成しているので空気の入れ換えがなく、また、循環路中にはタンク等の、熱容量を大きくする部分がない。しかも、作動流体である空気は水に比して比熱が小さい。このように循環路に存在する空気の熱容量は小さいので、循環空気は瞬く間に100℃近くまで昇温する。

【0023】検出温度が予め設定した発電開始基準温度である100℃近くになったら両絞り弁71、72を徐々に開放して新気の吸入および排出空気の燃料電池1外部への排出を少しずつ行い循環する空気の量の割合を減らし、最後には絞り弁71、72を全開とする。そしてエアポンプ5の駆動電圧を下げて空気量を減らし発電作動に備える。なおこれらエアポンプ5等の制御は、検出温度が上記発電開始基準温度に向けて上昇するように行う。

【0024】そして、検出温度が発電開始基準温度に達したら、燃料用の切り換え弁3を「開」として水素を燃料電池1の燃料室101に供給し、発電を開始する。

【0025】発電作動に入った後、エアポンプ5から吐出される空気の温度が上昇して検出温度が定常時基準温度に達したら、空気用の切り換え弁6を通常状態側に切り換えて吸気流路41と排気流路42とを遮断しエアポンプ5から燃料電池1への供給空気を全て吸気流路41の最上流部から吸入された新気とする。

【0026】なお、寒冷地等において極端に外気温が低く検出温度が定常時基準温度に達しないときは、空気用の切り換え弁6を暖機状態側すなわち還流路65を開いたままとし、燃料電池1への供給空気に排気流路42から還流する高温の空気を混入せしめ、燃料電池1に流入する空気の温度が定常時基準温度になるようにする。これにより、セル1a温度の低下による発電効率の低下を防止することができ、負荷2への供給電力を確保することができる。

【0027】(第2実施形態)本発明の暖機システムの第2の実施形態を図3に示す。図1の構成において、排気流路42から吸気流路41に空気を還流せしめるための構成を別の構成に代えたものであり、図中、図1と同じ番号を付した部分については実質的に同じ作動をするので図1の構成の暖機システムとの相違点を中心に説明する。絞り弁6Aは一端が吸気流路41と、吸気用の絞り弁71の下流部にて接続し、他端が排気流路42と、排気用の絞り弁72の上流部にて接続している。この還流用の絞り弁6Aは開度調整可能に構成されたもので、開度は制御装置9により調整される。

【0028】制御装置9は絞り弁6Aを全開とすることで、第1実施形態において切り換え弁6(図1)を暖機状態にした場合のように燃料電池1からの排出空気を吸気流路41を介してエアポンプ5に還流せしめ、絞り弁6Aを全閉とすることで、切り換え弁6を通常状態にした場合のように吸気流路41と排気流路42とを遮断することができる。さらに、絞り弁6Aは開度を全閉から全開まで連続的に変えることができるので、吸気用絞り弁71および排気用絞り弁72を全開とした後、還流路である絞り弁6Aの開度を徐々に小さくしながら閉じるように制御することで、温度センサ8による検出温度がスムーズに定常時温度となるようにすることができる。

【0029】なお、暖機システムの構成は上記各実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨に反しない限り任意であり、例えば、吸入流路、排気流路の絞り弁に代えて、燃料供給開始前の暖機時に閉じる単純な開閉弁とすることもできる。また、これらの絞り弁や開閉弁は、暖機の立ち上がりに対する要求によっては省略して、新気と暖機用の還流空気とが混合して燃料電池に流入するようにしてもよい。

【0030】また、燃料電池の容量が大きくセル数も多い場合等、吸気流路に設けた温度センサの検

出温度とセル温度との対応関係が十分でない場合には、予め実験で吸气流路の最下流部における空気温度とセル温度との関係を求めておき、その結果をマップとして制御装置に入力しておけばよい。また、暖機が十分であるか否かを正確に知る必要がなければ温度センサは省略し、例えば簡単に暖機期間をタイマで設定してもよい。



## 図の説明

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の燃料電池の暖機システムの構成図である。

【図2】本発明の燃料電池の暖機システムの作動を説明するタイムチャートである。

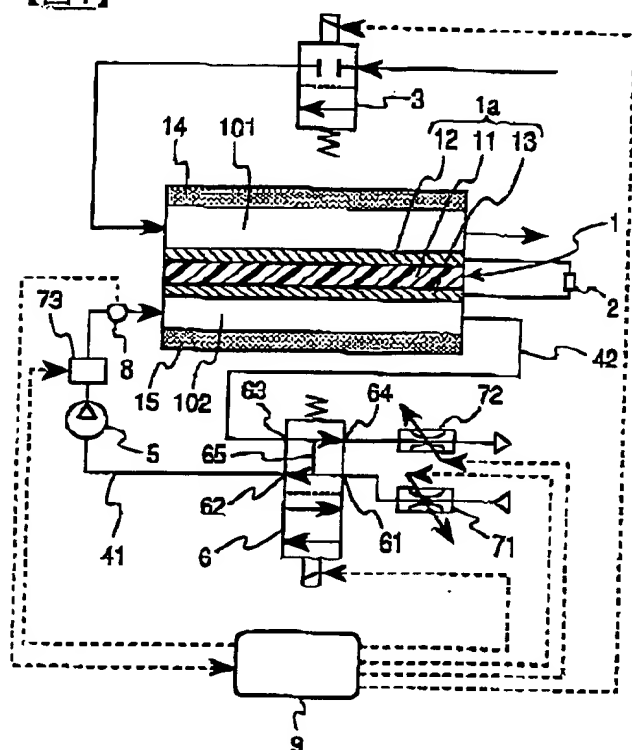
【図3】本発明の別の燃料電池の暖機システムの構成図である。

### 【符号の説明】

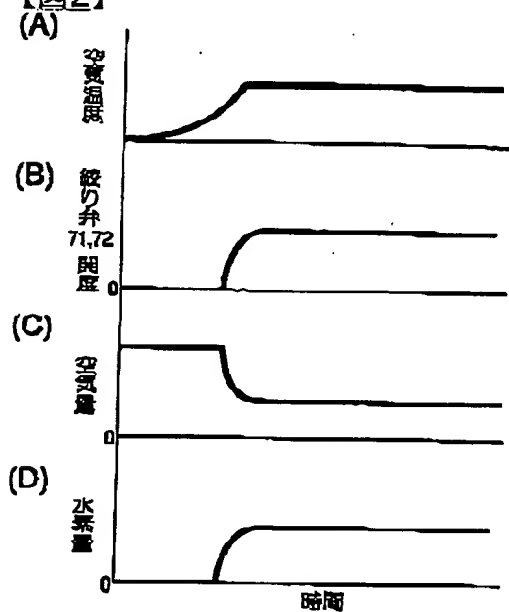
- 1 燃料電池
- 1a セル
- 11 電解質板
- 12 燃料極
- 13 空気極
- 14, 15 セパレータ
- 2 負荷
- 3 切り換え弁
- 41 吸気流路
- 42 排気流路
- 5 エアポンプ
- 6 切り換え弁(還流路開度切り換え手段)
- 65 還流路
- 6A 絞り弁(還流路、還流路開度切り換え手段)
- 71 絞り弁(吸気流路開度切り換え手段)
- 72 絞り弁(排気流路開度切り換え手段)
- 8 温度センサ
- 9 制御装置(制御手段)

## 図面

【図1】



【図2】



【図3】

